

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017921

International filing date: 02 December 2004 (02.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-038174
Filing date: 16 February 2004 (16.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

03.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 3 8 1 7 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 3 8 1 7 4]

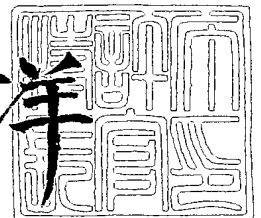
出 願 人 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント
Applicant(s):



2 0 0 5 年 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 SCEI03037
【提出日】 平成16年 2月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F25D 17/00
F25D 17/06
H01L 21/00
H01L 23/00

【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区南青山 2 丁目 6 番 2 1 号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】 矢澤 和明

【特許出願人】
【識別番号】 395015319
【氏名又は名称】 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

【代理人】
【識別番号】 100105924
【弁理士】
【氏名又は名称】 森下 賢樹
【電話番号】 03-3461-3687

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 091329
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

電子デバイスの表面に対向するよう近接配置された主冷却ユニットと、
前記電子デバイスの表面に対向するよう近接配置された補助冷却ユニットと、
前記主冷却ユニットおよび前記補助冷却ユニットのうち少なくともいずれかを駆動して
前記電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする電子デバイス冷却装置。

【請求項 2】

前記主冷却ユニットは、前記補助冷却ユニットとは異なる冷却原理に基づくことを特徴とする請求項 1 に記載の電子デバイス冷却装置。

【請求項 3】

前記補助冷却ユニットは、前記主冷却ユニットよりも単位時間当たりの冷却能力が高いものであることを特徴とする請求項 1 に記載の電子デバイス冷却装置。

【請求項 4】

前記補助冷却ユニットは、前記主冷却ユニットが対向して近接配置される前記電子デバイスの面とは異なる面に対して対向するよう近接配置されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電子デバイス冷却装置。

【請求項 5】

前記補助冷却ユニットは冷却ノズルを備え、
前記制御部は、前記冷却ノズルに導入された冷媒に作用し、前記冷媒を前記冷却ノズルから噴射せしめることにより前記補助冷却ユニットを駆動することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電子デバイス冷却装置。

【請求項 6】

前記電子デバイス表面における温度を測定する温度測定部を更に備え、
前記制御部は、前記測定した温度の単位時間あたりの上昇度が所定の閾値を越える場合には、前記補助冷却ユニットを駆動して前記電子デバイスを冷却せしめるよう制御することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電子デバイス冷却装置。

【請求項 7】

電子デバイスの表面のうち、所定の面に対向するよう近接配置される主冷却ユニットと、
前記電子デバイスの表面のうち、前記所定の面とは異なる面の側に設置される基板に設けられた貫通孔を通して冷媒を前記電子デバイスに向けて噴射する補助冷却ユニットと、
前記主冷却ユニットおよび前記補助冷却ユニットのうち少なくともいずれかを駆動して前記電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部と、
を備えることを特徴とする電子デバイス冷却装置。

【請求項 8】

電子デバイスの表面のうち、所定の面に近接配置され、その表面から発生する熱を放散させるための放熱機構と、
前記電子デバイスの表面のうち、前記所定の面とは異なる面の側に設置される基板に設けられた貫通孔を通して冷媒を前記電子デバイスに向けて噴射する補助冷却ユニットと、
前記補助冷却ユニットを駆動して前記電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部と、
を備えることを特徴とする電子デバイス冷却装置。

【請求項 9】

電子デバイス表面における温度を測定するステップと、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定するステップと、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、前記電子デバイスに冷媒を噴射するステップと、
を備えることを特徴とする電子デバイス冷却方法。

【請求項 10】

電子デバイスの表面における温度を測定するステップと、
前記測定した温度が所定の閾値を越えたか否かを判定するステップと、
前記測定した温度が前記閾値を越えた場合に、前記電子デバイスの表面を第1の冷却ユニットにより冷却せしめるステップと、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定するステップと、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、前記電子デバイスの表面を第2の冷却ユニットにより冷却せしめるステップと、
を備えることを特徴とする電子デバイス冷却方法。

【請求項 11】

電子デバイス表面における温度を測定する機能と、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、冷却ノズルを駆動して前記電子デバイスに向けて冷媒を噴射せしめる機能と、
をコンピュータに発揮させることを特徴とする電子デバイス冷却制御プログラム。

【請求項 12】

電子デバイスの表面における温度を測定する機能と、
前記測定した温度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記測定した温度が前記閾値を越えた場合に、前記電子デバイスの表面を第1の冷却ユニットにより冷却せしめる機能と、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、前記電子デバイスの表面を第2の冷却ユニットにより冷却せしめる機能と、
をコンピュータに発揮させることを特徴とする電子デバイス冷却制御プログラム。

【請求項 13】

コンピュータにて読取可能な記録媒体であって、
電子デバイス表面における温度を測定する機能と、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、冷却ノズルを駆動して前記電子デバイスに向けて冷媒を噴射せしめる機能と、
をコンピュータに発揮させることを特徴とする電子デバイス冷却制御プログラムを格納した記録媒体。

【請求項 14】

コンピュータにて読取可能な記録媒体であって、
電子デバイスの表面における温度を測定する機能と、
前記測定した温度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記測定した温度が前記閾値を越えた場合に、前記電子デバイスの表面を第1の冷却ユニットにより冷却せしめる機能と、
前記測定した温度の経時変化により、前記電子デバイスの表面における温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えたか否かを判定する機能と、
前記上昇度が前記所定の閾値を越えた場合には、前記電子デバイスの表面を第2の冷却ユニットにより冷却せしめる機能と、
をコンピュータに発揮させることを特徴とする電子デバイス冷却制御プログラムを格納した記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】電子デバイス冷却装置および電子デバイス冷却方法

【技術分野】

【0001】

本発明は電子デバイスを冷却するための技術、特に、電子デバイスの表面を特性の異なる複数の冷却ユニットを協働させて冷却するための技術、に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器を制御するCPU (Central Processing Unit) やDSP (Digital Signal Processor) を始めとする各種の電子デバイスは、トランジスタなどの能動素子やコンデンサなどの受動素子を含めたさまざまな電子部品によって構成される。これらの電子部品を駆動する電気エネルギーの一部は熱エネルギーに変換されて放熱される。電子部品の性能は、通常、温度依存性を有するため、この放散された熱は、電子部品、ひいては電子デバイスの性能に影響を及ぼす。したがって、電子デバイスを冷却するための技術は、電子デバイスを正常に制御する上で極めて重要な技術である。

【0003】

電子デバイスを冷却するための技術の一例として、電動ファンによる空冷式の冷却方法がある。この方法においては、たとえば、電子デバイスの表面に対向して電動ファンを配設する。空気取り入れ口から吸入した冷たい空気を、電動ファンにより電子デバイス表面に吹き付ける。電子デバイス表面から発生した熱を吸収して温められた空気は、空気排出口から排出される。このように、電子デバイス表面から発生する熱を電動ファンによって排除することにより、電子デバイスを冷却する。

【0004】

ヒートシンクとよばれる熱を逃がすための装置も一般に使われている。電子デバイスなどの熱源体から熱を周囲の冷たい流体や気体に効率よく移すため、ヒートシンクは通常、伝熱面が大きくなるよう設計される。電子デバイスから発生した熱はヒートシンクに伝達され、ヒートシンクの広い伝熱面から放熱される。

【0005】

この電動ファンとヒートシンクを組み合わせた冷却方法は、半導体チップの冷却方法として一般的に用いられている技術である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した電動ファンやヒートシンクにおける温度変化の時間応答性は、一般的には電子デバイスの発熱量の変化に比べればはるかに鈍い。換言すれば、これらの従来の冷却方法では、時々刻々と変化する電子デバイスの発熱量の変化に対して効率的に電子デバイスを冷却できていないのが現状である。そのため、電子デバイスの動作の信頼性を確保するために、余剰の冷却能力を確保しておく必要がある。これにより、電動ファンによる消費電力、騒音が大きくなり、また、電動ファンの体積も必要以上に大きくならざるを得ないという欠点があった。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、電子デバイスを効果的に冷却するための技術、を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様における電子デバイス冷却装置は、電子デバイスの表面に対向するよう近接配置された主冷却ユニットおよび補助冷却ユニットと、主冷却ユニットおよび補助冷却ユニットのうち少なくともいずれかを駆動して電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部を備える。主冷却ユニットは、補助冷却ユニットとは異なる冷却原理に基づく冷却ユニットであってもよい。たとえば、冷却対象における温度変化の時間応答性である

冷却時間応答性について、補助冷却ユニットは主冷却ユニットよりその冷却時間応答性が高い冷却原理に基づくものを採用してもよい。また、補助冷却ユニットは、主冷却ユニットよりも単位時間当たりの冷却能力が高いものであってもよい。主冷却ユニットと補助冷却ユニットは、それぞれ電子デバイスの表面における冷却対象領域が異なる位置に近接配置されてもよい。

【0009】

冷却時間応答性とは、たとえば、冷却対象の温度がステップ状に上昇したとき、冷却ユニットが、冷却対象の温度を元の温度まで下げるのに要する時間に基づいて定めてもよい。主冷却ユニットは、たとえば、電動ファンなどのように冷却能力自体は大きい熱の時間変化に対する応答性が低い冷却手段が対応する。これに対し、補助冷却ユニットは、たとえば、冷却対象に冷媒を噴射する冷却ノズルのように、冷却能力自体は小さくとも熱の時間変化に対して機敏に対応できる冷却手段を用いる。電子デバイスの定常的な発熱に対しては主冷却ユニットによって対応し、瞬発的な発熱に対しては補助冷却ユニットによって対応する。これにより、電子デバイスの発熱が定常的な発熱か集発的な発熱かに応じて、2種類の特性の異なる冷却ユニットを使い分けるので、効率的な冷却が可能となる。電子デバイスは、たとえば、半導体回路をパッケージしたデバイスであってもよい。

【0010】

また、本発明の別の態様における電子デバイス冷却装置は、電子デバイスの表面のうち、所定の面に対向するよう近接配置される主冷却ユニットと、電子デバイスの表面のうち、その所定の面とは異なる面の側に設置される基板に設けられた貫通孔を通して冷媒を電子デバイスに向けて噴射する補助冷却ユニットと、主冷却ユニットおよび補助冷却ユニットのうち少なくともいずれかを駆動して電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部を備える。たとえば、電子デバイスの表側の面に主冷却ユニットを近接配置し、裏側の面に基板を設け、その貫通孔を通して補助冷却ユニットから冷媒を噴射してもよい。

【0011】

さらに、本発明の別の態様における電子デバイス冷却装置は、電子デバイスの表面のうち、所定の面に近接配置され、その表面から発生する熱を放散させるための放熱機構と、電子デバイスの表面のうち、その所定の面とは異なる面の側に設置される基板に設けられた貫通孔を通して冷媒を前記電子デバイスに向けて噴射する補助冷却ユニットと、補助冷却ユニットを駆動して前記電子デバイスを冷却せしめるよう制御する制御部を備える。たとえば、電子デバイスの表側の面に放熱機構を近接配置し、裏側の面に基板を設け、その貫通孔を通して補助冷却ユニットから冷媒を噴射してもよい。

【0012】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、電子デバイスを効果的に冷却することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

CPUやDSPなどの電子デバイスの表面から発生する熱は、電子デバイス内の電子部品や電子部品間を接続する導線に供給される電気エネルギーが熱エネルギーに変換されて放散されたものである。この熱は電子デバイスの表面から定常的に発生するとは限らない。電子デバイスが実行する処理においては、瞬発的に発熱量が増える場合もある。電子デバイスの表面からの発熱量が最大発熱量に近い状態であっても瞬発的な発熱は生じる。このような瞬発的な発熱に対して適した冷却方法として、噴流冷却の原理に基づく冷却方法がある。噴流冷却とは冷媒を電子デバイスなどの発熱体に噴射することにより発熱体を冷却する冷却方法をいう。

【0015】

噴流冷却は、局所的な熱伝達効率を大きく取ることができる冷却方法として知られている。この方法は、たとえば、切削加工など部分的に大きく発生する熱に対する冷却方法として有効であり、冷媒を冷却ノズルから噴射して発熱体に吹き付けることにより冷却する。ここでいう「冷媒」とは、空気などの気体や水などの液体であって、電子デバイスの表面から発生する熱を吸排熱するための媒体をいう。噴射される冷媒の流れに対する垂直面の熱伝達は、噴流軸点を中心にして、同心円上に広がる。ここで「噴流軸点」とは、冷却対象の表面において冷却ノズルの噴射軸と交わる点のことをいう。

【0016】

噴流半径 r_0 [m]、冷媒の熱伝導率 λ_f [W/mK] における熱伝達率 h_0 [W/m²K] は、

(数1)

$$h_0 = \lambda_f \cdot \text{Nu}_0 / r_0$$

と表される。ここで、 Nu_0 は、噴流半径 r_0 [m] における平均ヌセルト数であり、これは、

(数2)

$$\text{Nu}_0 = 1.25 \cdot \text{Pr}^{0.45} \cdot \text{Re}^{0.45}$$

と表される。 Pr はプラントル数と呼ばれる定数であり、 Re はレイノルズ数である。 Re は、以下の式で表される。

(数3)

$$\text{Re} = u_0 \cdot d_0 / \nu$$

【0017】

ここで、 u_0 [m/s] は、噴流の体積流量を冷却ノズル噴出口の断面積で割った代表速度である。 d_0 [m] は、噴出口の直径、 ν [s/m²] は、流体の粘性を表す。

【0018】

噴流冷却によれば、噴流軸点近傍において高い冷却効果が得られる。また、冷却対象の表面に対して複数の冷却ノズルを密に配置すれば、より高い冷却効果が得られる。

【0019】

図1は、本実施の形態における電子デバイス冷却装置100の機構を示す模式図である。電子デバイス200が発熱体であり冷却対象である。電子デバイス200の上面にはスプレッド250が取り付けられる。スプレッド250は、通常、銅製である。更にスプレッド250の上にヒートシンク252が載置される。電子デバイス200の主として上面から発生した熱はスプレッド250を介してヒートシンク252に伝達される。ヒートシンク252は、外気に対して広い伝熱面を有する。図示しない電動ファンから、ヒートシンク252に対して送風することにより、ヒートシンク252の伝熱面近傍にある温められた空気を効率的に排除できる。電子デバイス200とヒートシンク252は直接接触してもよい。

【0020】

ヒートシンク252は冷却水にさらされるよう構成してもよい。電子デバイス200の表面を防水ケースで覆い、冷却水をヒートシンク252に導く。電子デバイス200からの発生してヒートシンク252に伝わった熱を吸収することにより温められた冷却水は、冷却水排出口から排出される。

【0021】

電子デバイス200はパッケージ基板254上に実装される。パッケージ基板254は、電子デバイス200を実装基板256に実装するための中間板の役割をはたす。実装基板256はパッケージ基板254とはんだにより接着される。通常、パッケージ基板254と実装基板256の間の距離は300～500ミクロン程度である。パッケージ基板254の実装基板256側の面にはいくつかのコンデンサ258が通常、接着されている。このコンデンサ258がある程度の容量を有する場合には、コンデンサ258の大きさは、この300～500ミクロン程度の大きさには収まらない場合もある。そのため、実装基板256は、このコンデンサ258を設置する高さを確保するため、通常は、電子デバイス200の直下にあたる面において同図に示すように開口部を有する。

【0022】

噴流冷却装置 300 はこの開口部を介してパッケージ基板 254 に上向きに冷媒を噴射させる。噴流冷却装置 300 は複数の冷媒噴射口を有する。噴流冷却装置 300 の噴射機構については後に詳述する。噴流冷却装置 300 から噴射された冷媒は図示しない冷媒回収孔に回収される。冷媒が液体である場合、電子デバイス 200 から発生する熱により温められた冷媒の回収は、既知の方法であるキャピラリー力を用いてもよいし、ポンプなどの動力を用いてもよい。回収された冷媒は外気によって冷却される。冷媒は、再び噴流冷却装置 300 に供給される。冷媒が空気である場合には、噴射後に廃棄されてもよい。

【0023】

噴流冷却装置 300 の冷媒噴射口の直径は噴流冷却装置 300 の上面からパッケージ基板 254 までの距離の $1/3$ 程度に設定される。たとえば、この距離が 6 ミリメートル程度である場合には、冷媒噴射口の直径を 2 ミリメートル程度に設定する。また、噴流冷却装置 300 の冷媒噴射口は中央と周囲に分散して配置する。電子デバイス 200 のうち、局所的な発熱量が大きい部位があらかじめ想定できる場合には、その位置に対応する冷媒噴射口の直径を大きめに設定してもよい。先述の噴流冷却の式に示したように、冷媒噴射口の直径が大きいほど、熱伝達率が大きくなるからである。

【0024】

噴流冷却装置 300 は、パッケージ基板 254 の面に直接冷媒を吹き付けて冷却してもよいし、パッケージ基板 254 の面を皮膜するケースに吹き付けることにより間接的に冷却してもよい。すなわち、電子デバイス 200 から発生する熱を噴流冷却により排熱するよう噴流冷却装置 300 を構成することにより本発明の効果は同等に発揮され得る。たとえば、ヒートシンク 252 内に噴流冷却装置 300 と同様の機構を設けてもよい。すなわち、電子デバイス 200 の上面から定常的に発生する熱はヒートシンク 252 と電動ファンで取り除き、瞬発的に発生する熱は、ヒートシンク内に設けられる噴流冷却装置 300 が電子デバイス 200 の上面に冷媒を噴射することにより取り除くよう構成してもよい。

【0025】

なお、実装基板 256 に設けられる開口部は、必ずしも同図に示すように実装基板 256 の中央部に設けられる必要はない。たとえば、電子デバイス 200 の発熱の局所性に鑑みて開口部が設けられてもよいし、複数の開口部が設けられてもよい。さらに、実装基板 256 に複数の孔を貫通させ、その各孔を貫いてパッケージ基板 254 の複数箇所に冷媒が噴射されるよう構成してもよい。

【0026】

電子デバイス 200 の内部にはその発熱量を検出するための熱検知センサが複数設けられている。熱検知センサは、電子デバイス 200 やパッケージ基板 254 に設けられてもよい。熱検知センサは、赤外線センサのように電子デバイス 200 の表面から放射される赤外線を外部から検出することにより発熱量を検出するセンサでもよい。熱検知センサは、電子デバイス 200 内の温度を計測する温度計であってもよい。

【0027】

通常、電子デバイス 200 から発生した熱はスプレッド 250 を介してヒートシンク 252 に伝わりその伝熱面から放熱される。そのヒートシンク 252 からの放散される熱量が大きいときには、ヒートシンク 252 に対して、たとえば、電動ファンにより送風するこれば、より効率的に熱を排除できる。結果として電子デバイス 200 をより強力に冷却できる。また、電子デバイス 200 からの発熱量に応じて、電動ファンの回転数が上げられるように制御することにより、発熱量に応じた冷却が可能となる。以下の例では、電子デバイス 200 を冷却する冷却ユニットの一つとして、ヒートシンク 252 と電動ファンを用いる場合について示す。

【0028】

一方、電子デバイス 200 からは瞬発的に発熱する場合もある。瞬発的な発熱、すなわち、単位時間当たりにおける発熱量の上昇が急峻である場合には、噴流冷却装置 300 を駆動して冷却を行う。冷媒はパッケージ基板 254 に向けて噴流冷却装置 300 より噴射される。電子デバイス 200 から発生した熱の一部はパッケージ基板 254 に伝導する。

噴流冷却装置 300 が冷媒を噴射することにより、パッケージ基板 254 が冷却されるため、結果としてパッケージ基板 254 に伝導した熱は実装基板 256 の開口部から排熱される。電子デバイス 200 の表面のうち、あらかじめ高温になりやすい箇所が分かっている場合には、その箇所に対応して噴流冷却装置 300 の冷媒噴出口が集中的に配置されるように噴流冷却装置 300 を構成してもよい。冷却ノズルによる噴流冷却によれば、特に噴射軸点近傍に発生した熱を効果的に排除できる。冷却ノズルを多く配置するほど、また、冷却ノズルの冷媒噴射能力が高いほど、冷却効果も高くなる。

【0029】

図 2 から図 4 は噴流冷却装置 300 が冷媒を噴射する機構を示す図である。

図 2 は、噴流冷却装置 300 が冷媒を噴射するための機構の第 1 の例を示す図である。噴流冷却装置 300 は冷媒供給路 310 とチャンバー部 320 を含む。冷媒供給路 310 に導入された冷媒はチャンバー部 320 に伝達される。チャンバー部 320 は、一時的に冷媒を貯蔵する。チャンバー部 320 の上面には複数の冷媒噴射口が設けられている。これらの冷媒噴射口が冷却ノズルとして機能する。ファン駆動部 302 は、たとえばピエゾ素子などにより構成され、ファン 304 を駆動する。ファン駆動部 302 に所定の電圧が印加されると、ファン駆動部 302 はその電圧値に応じて変形する。この変形がファン 304 に伝わり、ファン 304 は、いわば「うちわ」として機能し、チャンバー部 320 内に導入された冷媒をチャンバー部 320 上面の冷媒噴射口から噴射せしめる。

【0030】

図 3 は、噴流冷却装置 300 が冷媒を噴射するための機構の第 2 の例を示す図である。同図の例においても、噴流冷却装置 300 は冷媒供給路 310 とチャンバー部 320 を含む。冷媒供給路 310 に導入された冷媒はチャンバー部 320 に伝達される。チャンバー部 320 は、一時的に冷媒を貯蔵する。チャンバー部 320 の上面には複数の冷媒噴射口が設けられており、これらの冷媒噴射口が冷却ノズルとして機能する。図示しない駆動部は外部からの制御信号に応じて、静電力や圧電素子、磁気などの力により可動膜 306 を駆動する。可動膜 306 がチャンバー部 320 に溜められた冷媒をチャンバー部 320 上面の冷媒噴射口から押し出すことにより冷媒を噴射する。

【0031】

図 4 は、噴流冷却装置 300 が冷媒を噴射するための機構の第 3 の例を示す図である。噴流冷却装置 300 は冷媒供給路 310 とチャンバー部 320 を含む。冷媒供給路 310 に導入された冷媒はチャンバー部 320 に伝達される。チャンバー部 320 は、一時的に冷媒を貯蔵する。チャンバー部 320 の上面には複数の冷媒噴射口が設けられている。これらの冷媒噴射口が冷却ノズルとして機能する。冷媒供給路 310 はポンプ 308 を含む。ポンプ 308 は冷媒供給路 310 に導入された冷媒をチャンバー部 320 に伝達する。このとき、ポンプ 308 が冷媒供給路 310 に導入された冷媒を高圧でチャンバー部 320 に押し込むと、チャンバー部 320 に導入された冷媒はチャンバー部 320 上面の冷媒噴射口から噴射される。

【0032】

図 5 は電子デバイス冷却装置 100 の機能ブロック図である。ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータの CPU をはじめとする素子や機械装置で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0033】

制御部 110 は電子デバイス冷却装置 100 による冷却機構を統合的に制御する。ノズルユニット 102 はパッケージ基板 254 に対して冷媒を噴射せしめる機械的な機構である。主として噴流冷却装置 300 がこれに該当する。電動ファンユニット 106 はヒートシンク 252 に送風する機構である。ここでは、図 1 に関連して説明した電動ファンが主として対応する。温度測定部 108 は電子デバイス 200 内に設置された熱検知センサに

より検出された熱量に基づき、電子デバイス 200 の温度を測定する。また、温度測定部 108 は電子デバイス 200 における温度の時間変化も測定する。電子デバイス 200 の内部に温度計を設けることにより、温度測定部 108 は直接に電子デバイス 200 の温度を測定してもよい。

【0034】

制御部 110 はノズル制御部 120、電動ファン制御部 130 および選択部 134 を含む。ノズル制御部 120 はノズルユニット 102 に制御信号を送ることにより制御する。たとえば、噴流冷却装置 300 が図 2 に関連して説明した構成である場合には、ノズル制御部 120 はファン駆動部 302 に所定の電圧を印加することにより、ノズルユニット 102 を制御する。電動ファン制御部 130 は電動ファンユニット 106 に制御信号を送ることにより制御する。ノズル制御部 120 は更に噴射時間演算部 122 を含み、電動ファン制御部 130 は回転数演算部 132 を含む。温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度特性に応じて選択部 134 はノズル制御部 120 および電動ファン制御部 130 のいずれか、もしくは、両方に制御を指示する。

【0035】

温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度が所定の閾値を越えると、選択部 134 はこれを検出して電動ファン制御部 130 に選択信号を送る。電動ファン制御部 130 は電動ファンユニット 106 に制御信号を送り電動ファンを駆動する。また、温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度に応じて、回転数演算部 132 は電動ファンの回転数を演算する。ここでいう回転数とは、単位時間当たりの回転数、すなわち、電動ファンの回転速度であってもよいし、電動ファンを回転させる総数、いわば、電動ファンの駆動時間であってもよい。電子デバイス 200 の表面温度が高いときには、電動ファン制御部 130 は電動ファンを高速に回転させるよう電動ファンユニット 106 に指示する。あるいは、電動ファン制御部 130 は電動ファンを長時間回転させるよう電動ファンユニット 106 に指示する。

【0036】

温度測定部 108 は測定した温度の経時変化を一時的に記録する。温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度の単位時間当たりにおける上昇が所定の閾値を越えると、選択部 134 はこのデータを読み出してノズル制御部 120 に選択信号を送る。ノズル制御部 120 はノズルユニット 102 に制御信号を送り噴流冷却装置 300 を駆動する。また、温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度の単位時間当たりの上昇度に応じて、噴射時間演算部 122 は冷媒を噴射すべき時間を計算する。噴射時間演算部 122 は、温度測定部 108 が測定した電子デバイス 200 の温度の単位時間当たりの上昇度に応じて、冷媒を噴射するときの噴流の速度や噴射すべき冷媒の量を計算してもよい。ノズルユニット 102 が冷媒を繰り返し噴射せしめるよう制御する場合には、噴射時間演算部 122 は噴流冷却装置 300 の冷媒噴射時間と、冷媒を噴射していない時間の時間比を計算してもよい。ノズル制御部 120 は噴射時間演算部 122 の演算に基づいて、ノズルユニット 102 に制御信号を送り冷媒を噴射せしめる。

【0037】

温度測定部 108 は、電子デバイス 200 全体の温度ではなく電子デバイス 200 の熱分布を検出してもよい。ノズル制御部 120 は、電子デバイス 200 のうち発熱量が大きい部位に対応する冷媒噴射口から冷媒が噴射されるよう制御してもよい。これにより、電子デバイス 200 の瞬発的な発熱のみならず、電子デバイス 200 の局所的な発熱に対しても効果的な冷却が可能となる。

【0038】

図 6 は、電子デバイス冷却装置 100 が電子デバイス 200 を冷却する過程を示すフローチャートである。温度測定部 108 は電子デバイス 200 内に埋設された熱検知センサが検出する熱量に基づき、電子デバイス 200 の温度を測定する (S10)。ここで測定した電子デバイス 200 の温度が所定の閾値を越えるか否かを選択部 134 は判断する (S12)。ここでいう所定の閾値は電子デバイス 200 の性能や使用環境に応じて、設計

者により任意に設定される値である。以下、この閾値のことを「第1閾値」とよぶ。測定した温度が第1閾値より小さければ（S12のN）、ノズルユニット102や電動ファンユニット106は駆動されず処理は終了する。測定した温度が第1閾値以上であれば（S12のY）、選択部134は電動ファン制御部130に選択信号を送る。電動ファン制御部130は電動ファンユニット106を駆動し電動ファンを回転させる（S14）。

【0039】

温度測定部108が測定した電子デバイス200の温度につき、その温度の単位時間当たりの上昇度が所定の閾値を越えるか否かを選択部134は判断する（S16）。ここでいう所定の閾値も電子デバイス200の性能や使用環境に応じて、設計者により任意に設定される値である。以下、この閾値のことを「第2閾値」とよぶ。測定した単位時間当たりの温度上昇がこの第2閾値より小さければ（S16のN）、処理は終了する。測定した単位時間当たりの温度上昇がこの第2閾値以上であれば（S16のY）、選択部134はノズル制御部120に選択信号を送る。ノズル制御部120はノズルユニット102を駆動して冷媒を噴射せしめる（S18）。温度測定部108は定期的に温度を検出し、S10からS18の処理が繰り返される。

【0040】

ノズルユニット102と電動ファンユニット106は同時に駆動されてもよい。また、電子デバイス200の温度が第1閾値より小さくても、電子デバイス200の温度の単位時間当たりの上昇度が第2閾値以上であればノズルユニット102を駆動するように制御してもよい。また、温度ではなく電子デバイス200からの発熱量に基づいてノズルユニット102や電動ファンユニット106を制御してもよい。

【0041】

図7は電子デバイス200における温度の時間変化と電子デバイス冷却装置100の制御との関係を説明するための模式図である。同図において横軸は経過時間を示す。電子デバイス200の処理が開始した時刻を t_0 とする。縦軸は電子デバイス200の表面の温度を示す。この温度は電子デバイス200内の熱検知センサを介して温度測定部108により測定される。 T_1 は先述の第1閾値である。以下、時系列的に電子デバイス冷却装置100の処理を説明する。

【0042】

時刻 t_1 ：

電子デバイス200の温度が上昇して第1閾値である T_1 を超過する。選択部134は電動ファン制御部130に選択信号を送る。電動ファン制御部130は電動ファンユニット106に制御信号を送り、電動ファンを駆動せしめる。これにより、時刻 t_1 の経過後温度の上昇は緩やかとなりやがて下降し始める。

【0043】

時刻 t_2 ：

電子デバイス200の温度が瞬発的に上昇しはじめる。この段階で温度はまだ T_1 を超えているので、電動ファンは回転し続けている。しかし、電動ファンの冷却時間応答性は、噴流冷却の冷却時間応答性よりも小さいため、すぐには温度は下がらない。

【0044】

時刻 t_3 ：

時刻 t_2 から時刻 t_3 までの温度変化につき、その単位時間当たりの温度上昇が第2閾値以上であることを選択部134は検出する。選択部134はノズル制御部120に選択信号を送る。ノズル制御部120はノズルユニット102に制御信号を送り、噴流冷却装置300を駆動せしめる。これにより、時刻 t_2 において生じた瞬発的な温度上昇が抑制される。電子デバイス200の単位時間当たりの温度上昇が第2閾値より小さくなれば、噴流による冷却は終了する。なお、この時点では温度は T_1 を超えているので、電動ファンは回転し続けている。

【0045】

時刻 t_4 ：

電動ファンによる冷却により、温度は T_1 を下回ったので、電動ファン制御部130は電動ファンユニット106に電動ファンの回転を停止するよう信号を送る。

【0046】

以上、実施の形態においては、電子デバイス200から定常的に発生する熱はヒートシンク252と電動ファンによる空冷方式によって排除される。一方、電子デバイス200から一時的、瞬発的に発生する熱は噴流冷却方式によって排除される。本実施の形態における電子デバイス冷却装置100は、噴流冷却機構を補助的に駆動することにより、電子デバイス200の発熱量の変化に対して機敏に対処して冷却することができる。

【0047】

定常的に電子デバイス200から発生する熱はヒートシンク252と電動ファンによって排除し、この場合には必ずしも噴流冷却装置300を駆動する必要はない。とくに、電子デバイス200からの発熱量が最大値に近い状態であっても、瞬発的な発熱量の上昇は生じ得る。このような場合における電子デバイス200の温度の上昇時において噴流冷却を実行することにより、発熱の種類に応じた効果的な電子デバイス200の冷却が実現される。本実施の形態においては、実装基板256の開口部を利用するため、噴流冷却に過大な装置を用意する必要がない。そのため、電子デバイス冷却装置100を全体としてコンパクトに構成できるメリットもある。

【0048】

また、噴流冷却装置300に冷媒を供給するシステムや、使用した冷媒を回収するシステムについては、従来の空冷方式や液冷方式において使用されてきた技術をそのまま用いることができる。実施の形態においては電動ファンと噴流冷却の組み合わせを例として本発明を説明した。しかし、本発明は冷却時間応答性について異なる冷却原理に基づく冷却ユニットを駆動することによる電子デバイス200の冷却方法を提案する発明であり実施の形態に示した冷却装置に発明の範囲が限定されるものではない。たとえば、電動ファンのかわりに冷却水によってヒートシンク252を冷却してもよい。あるいは、電子デバイス200の上面側の冷却機構としては、ヒートシンク252のみ、すなわち放熱機構のみであってもよい。同様に、高い冷却時間応答性を有する冷却原理とは、噴流冷却装置300による噴流冷却に限定されるものではない。たとえば、冷却水による水冷方式によりパッケージ基板254から排熱制御してもよい。また、熱電素子により冷却してもよい。冷却時間応答性について異なる冷却原理を有する冷却方法としては、さまざまな例があることは、当業者には理解されるところである。

【0049】

以上、実施の形態をもとに本発明を説明した。なお本発明はこの実施の形態に限定されることがなく、そのさまざまな変形例もまた、本発明の態様として有効である。たとえば、本実施の形態においては、異なる冷却原理に基づく2種類の冷却ユニットを協働させることにより電子デバイスを冷却する方法について示したが、冷却ユニットの種類は2種類に限られるものではない。電子デバイスの設置状況や使用環境に応じて、冷却ユニットの設計についてもさまざまなバリエーションがあることは当業者には理解されるところである。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】 電子デバイス冷却装置の機構を示す模式図である。

【図2】 噴流冷却装置が冷媒を噴射するための機構の第1の例を示す図である。

【図3】 噴流冷却装置が冷媒を噴射するための機構の第2の例を示す図である。

【図4】 噴流冷却装置が冷媒を噴射するための機構の第3の例を示す図である。

【図5】 電子デバイス冷却装置の機能ブロック図である。

【図6】 電子デバイス冷却装置が電子デバイスを冷却する過程を示すフローチャートである。

【図7】 電子デバイス冷却装置における温度の時間変化と電子デバイスの制御との関係を説明するための模式図である。

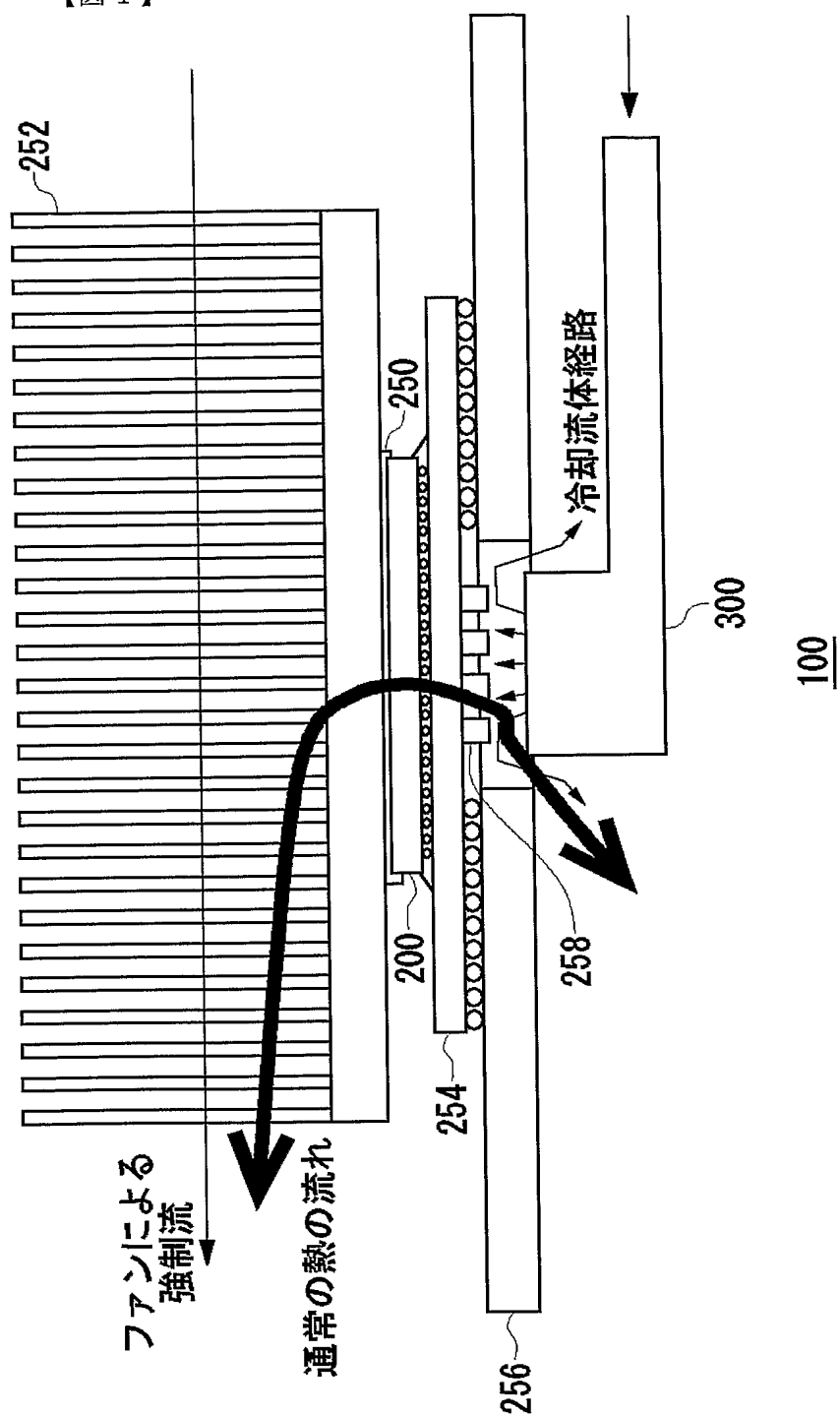
【符号の説明】

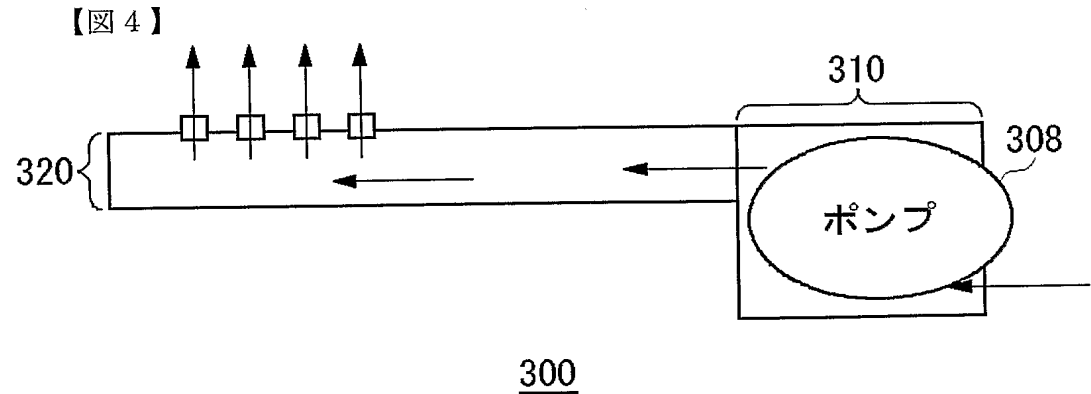
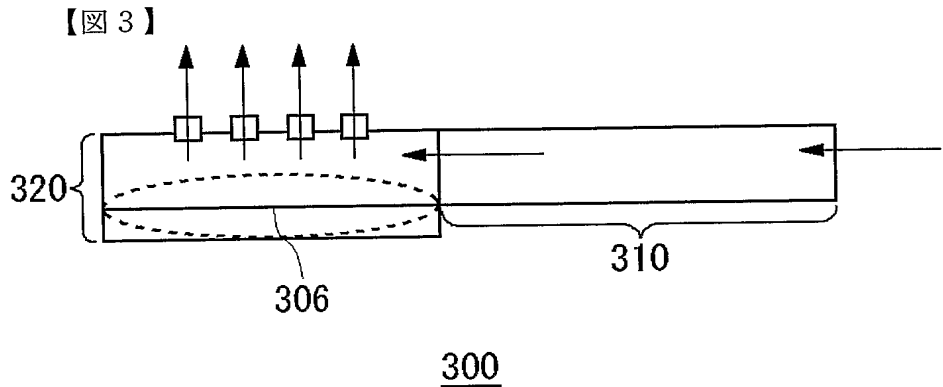
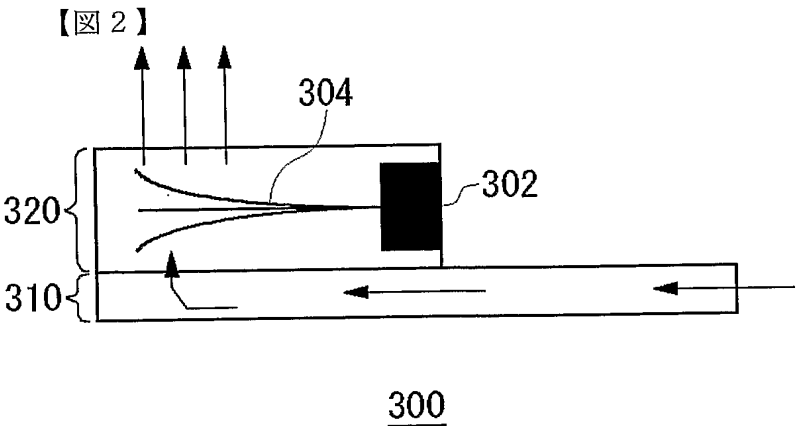
【0051】

100 電子デバイス冷却装置、102 ノズルユニット、106 電動ファンユニット、108 温度測定部、110 制御部、120 ノズル制御部、130 電動ファン制御部、134 選択部、200 電子デバイス、250 スプレッド、252 ヒートシンク、254 パッケージ基板、256 実装基板、300 噴流冷却装置、310 冷媒供給路、320 チャンバー部。

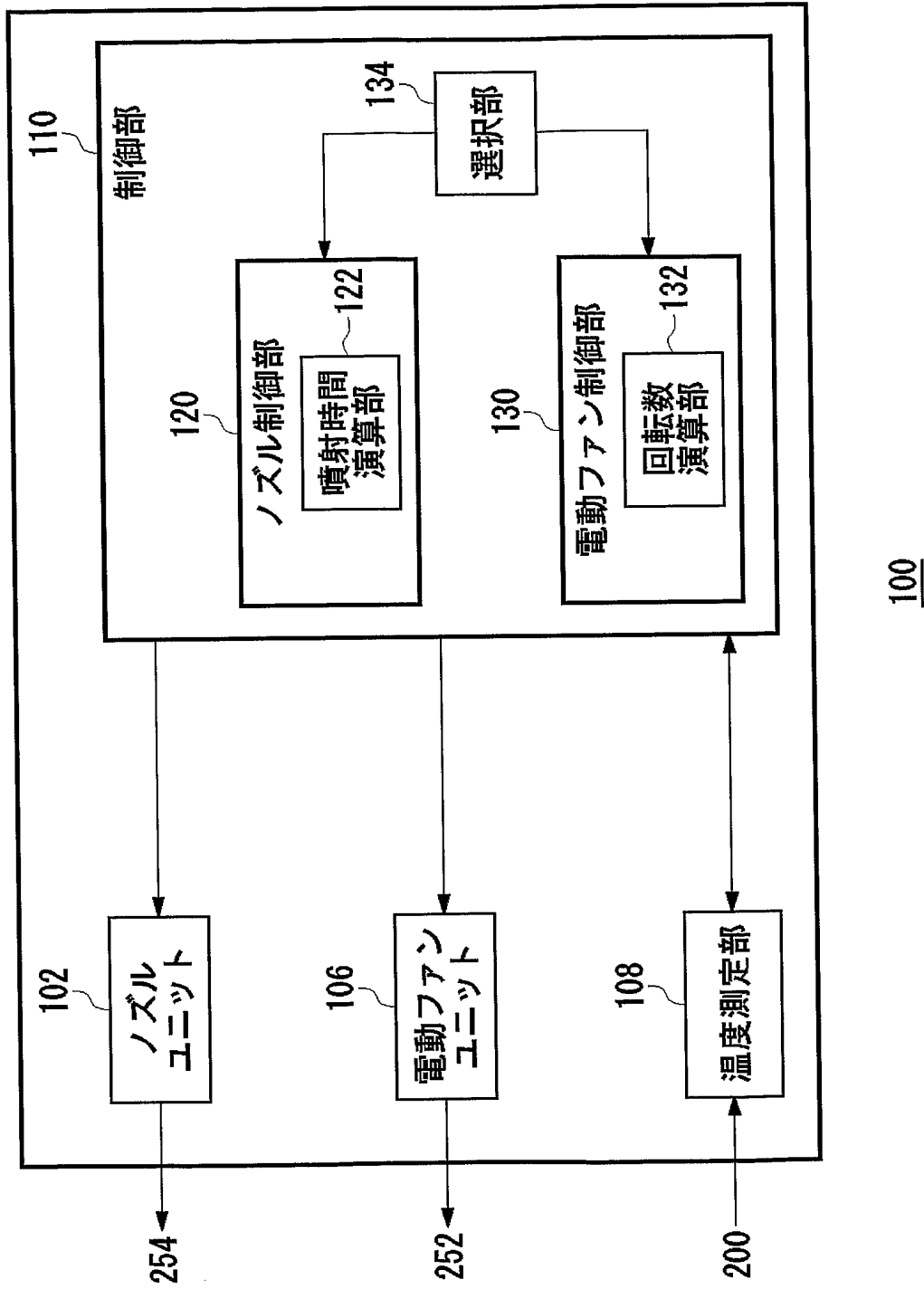
【書類名】 図面

【図 1】

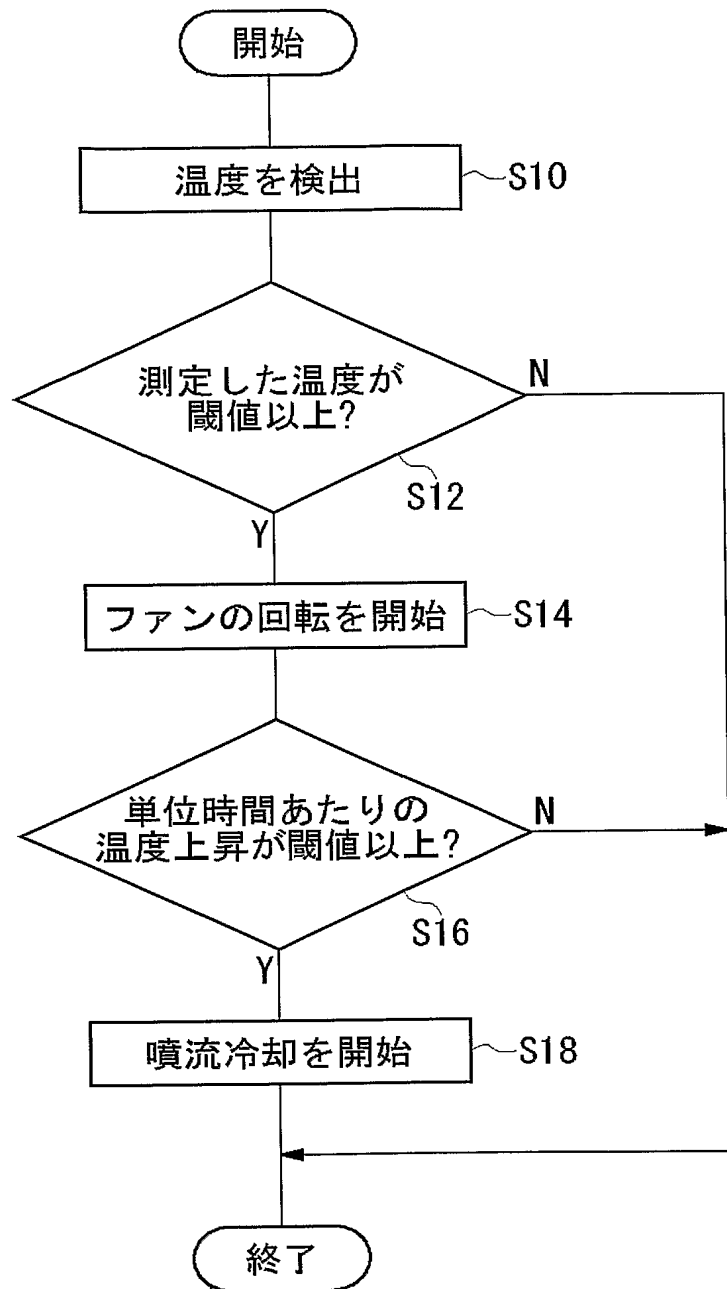




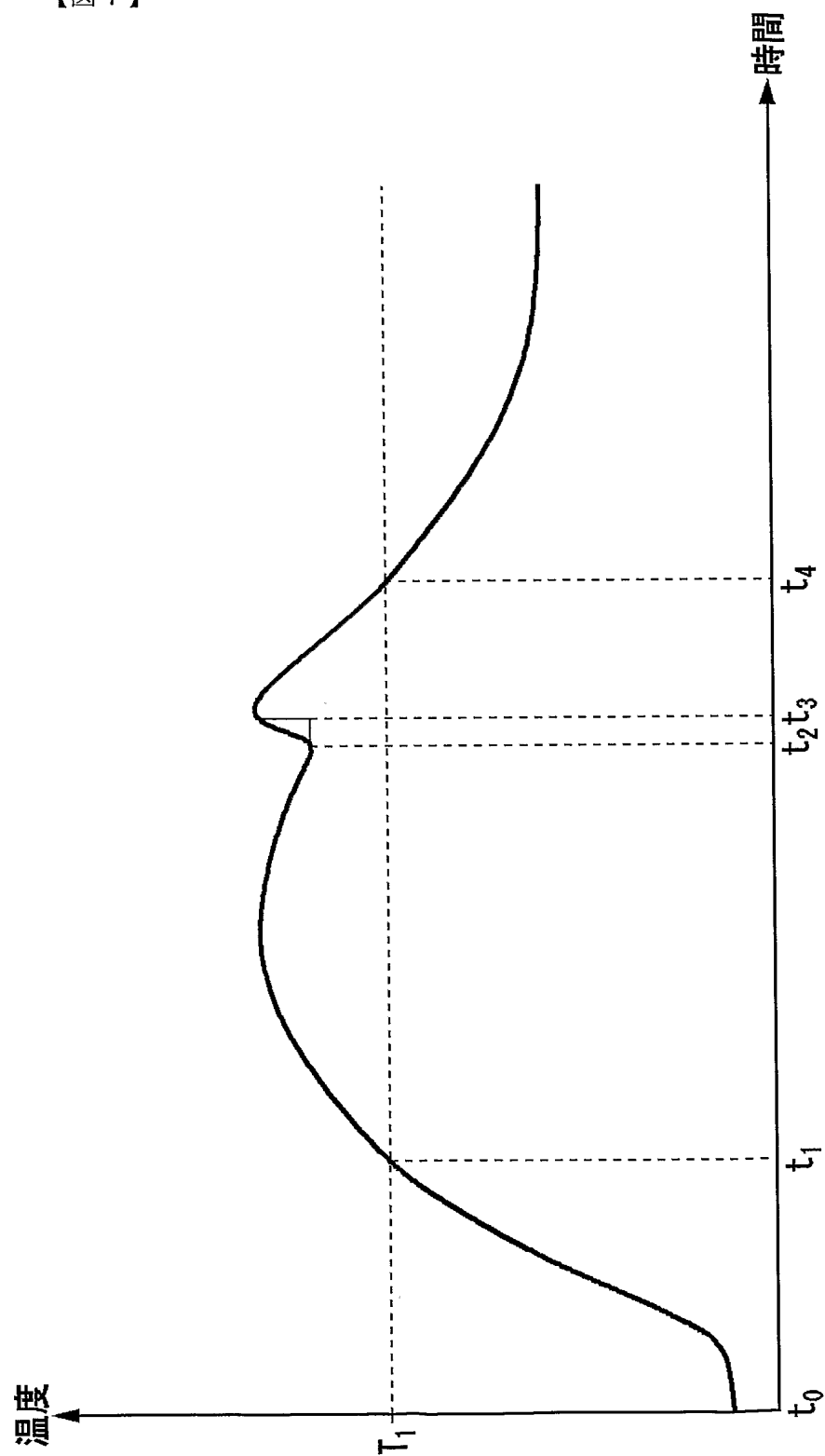
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子デバイスを効果的に冷却する。

【解決手段】 温度測定部 1 0 8 は発熱体である電子デバイス 2 0 0 の温度を計測する。計測した温度が所定の閾値を超えている場合には、電動ファン制御部 1 3 0 は電動ファンユニット 1 0 6 に指示し、電動ファンを駆動することにより電子デバイス 2 0 0 を冷却せしめる。また、計測した温度が単位時間あたりに所定の閾値以上に上昇している場合には、ノズル制御部 1 2 0 はノズルユニット 1 0 2 に指示し、噴流冷却により電子デバイス 2 0 0 を冷却せしめる。

【選択図】 図 5



特願 2 0 0 4 - 0 3 8 1 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 5 0 1 5 3 1 9]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 7 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区南青山二丁目 6 番 2 1 号

氏 名

株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント